

C.A.R.M.E.N.-Studie:

## **Praxiserfahrungen zum Abbau kompostierbarer Bioabfallsäcke auf verschiedenen Kompostanlagen in Deutschland (2012)**

Dipl.-Ing. Andreas Ziermann, Dr. Bettina Schmidt



### **Zusammenfassung**

Ziel der vorliegenden Studie war es herauszufinden, wie schnell kompostierbare Bioabfallsäcke unter Praxisbedingungen in verschiedenen Kompost- und Vergärungsanlagentypen abgebaut werden. Zum einen bestehen teilweise große verfahrenstechnische Unterschiede zwischen den Anlagentypen, zum anderen sind die Rottezeiten in der Praxis z.T. wesentlich kürzer, als die in der DIN EN 13432 und DIN EN 14995 geforderten 12 Wochen. Für die Studie wurden Anlagentypen ausgewählt, die für die Verwertung von Bioabfällen in Deutschland praxisrelevant sind.

### **Vorbemerkung**

Im Jahre 2015 soll die Bioabfallsammlung flächendeckend eingeführt werden (BMU 2011). Vielen Bürgern erscheint die Bioabfallsammlung jedoch unhygienisch und mit unangenehmen Gerüchen verbunden. Vielfach wird deshalb empfohlen, den Bioabfall in Papiertüten oder Zeitungspapier zu sammeln. Abhängig von der Zusammensetzung des gesammelten Bioabfalls weicht das Papier jedoch rasch durch und obige Problematik entsteht erneut. Vielerorts verwenden daher Bürger herkömmliche Kunststofftüten zur Bioabfallsammlung. Diese sind jedoch nicht biologisch abbaubar oder kompostierbar und können daher zu technischen Problemen in den Kompost- und Vergärungsanlagen und zu einer Verunreinigung des Kompostes führen. Andere Bürger verzichten ganz auf die Sammlung von Bioabfällen, was - vor den Nutzen des Kompostes - durchaus als kritisch beurteilt werden kann. Die Nährstoffrückgewinnung und die Möglichkeit der Energiegewinnung aus Kompost sind dabei nur zwei Aspekte.

Eine wasserbeständige und kompostierbare Alternative sind seit einigen Jahren Bioabfallsäcke aus speziellen kompostierbaren Biokunststoffen. Ist die biologische Abbaubarkeit und Kompostierbarkeit nach DIN EN 13432 oder DIN EN 14995 unter Laborbedingungen getestet und zertifiziert, darf das Produkt mit dem Kompostierbarkeitszeichen gelabelt werden (CEN 2000; Abb. 1).



**Abb. 1: Kompostierbarkeitszeichen**

In den beiden Normen wird u.a. gefordert, dass nach einer Kompostierung von 12 Wochen Dauer bei aerober Kompostierung und maximal 5 Wochen bei einer Kombination aus anaerober und aerober Behandlung in einer Siebfraktion > 2mm maximal 10 % des ursprünglichen Trockengewichts des Prüfmaterials gefunden werden darf. Kompostierbare Bioabfallsäcke werden in Deutschland seit rund 20 Jahren verwendet – eine umfangreichere Praxisstudie, in der die Kompostierbarkeit bzw. Vergärbarkeit verschiedener zertifizierter Bioabfallsack- Fabrikate in unterschiedlichen Anlagentypen untersucht wurden, gab es jedoch bisher nicht.

## **1 Material und Methoden**

### **1.1 Vorrecherche**

In Deutschland gibt es eine große Anzahl verschiedener Kompost- und Vergärungsanlagen. Die gängigsten Kompost- und Vergärungsverfahren sind im „Hygiene Baumuster-Prüfsystem (HBPS)“ der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK) gelistet und genauer beschrieben (BGK 2010). Darin wird jedes Verfahren einer sogenannten Baumusterkategorie zugeordnet – diese ist durch bestimmte bauliche Gegebenheiten und Systemkomponenten charakterisiert. Alle Baumusterkategorien sind zur weiteren Unterscheidung der Anlagenform wiederum unterteilt in eine Reihe von Baumustertypen.

Jeder einzelne Baumustertyp wird von der BGK auf hygienische Wirksamkeit, d. h. effektive Abtötung von pathogenen Keimen und Tomatensamen im Kompost überprüft. Die Dauer bis dieser Effekt einsetzt wird „Zeit bis zur Hygienisierung“ genannt. In dieser Zeit muss das gesamte Material über einen Zeitraum von zwei Wochen mindestens 55 °C oder über einen Zeitraum von einer Woche mindestens 65 °C (bei geschlossenen Anlagen 60 °C) ausgesetzt sein (BGK 2010, S. 11).

Um einen umfassenden Überblick über die in Deutschland verwendete Kompost- und Vergärungsanlagen zu bekommen wurden jene betrachtet, die Mitglied bei der Bundesgütegemeinschaft Kompost (BGK) sind. Die BGK-Anlagen besitzen einen Anteil von ca. 70 % an allen Kompost- und Vergärungsanlagen und einen Anteil von ca. 80 % an der Inputmenge in Deutschland (Kehres 2010).

Dazu wurden alle Anlagen auf der BGK-Homepage erfasst und um jene bereinigt, die Klärschlamm, ausschließlich Nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo) oder Grüngut verarbeiten, da diese Anlagen aufgrund des Inputmaterials für diese Betrachtung, die sich auf die Verwertung von kommunalem, über die Biotonne gesammeltem Bioabfall konzentriert, keine Relevanz haben.

Da sich die einzelnen Anlagen – je nach Verfahrenstyp - stark in ihren Kapazitäten unterscheiden (wenige 1.000 bis einige 10.000 t), wurde auch eine Auswertung im Hinblick auf die Anlagenkapazität pro Baumustertyp vorgenommen.

Die Anzahl der Anlagen, sowie die Gesamtinputmenge an Bioabfall (Anlagenkapazität), die auf jeden Hygienebaumustertyp entfallen, variiert dabei stark (Abb. 2 & Abb. 3).

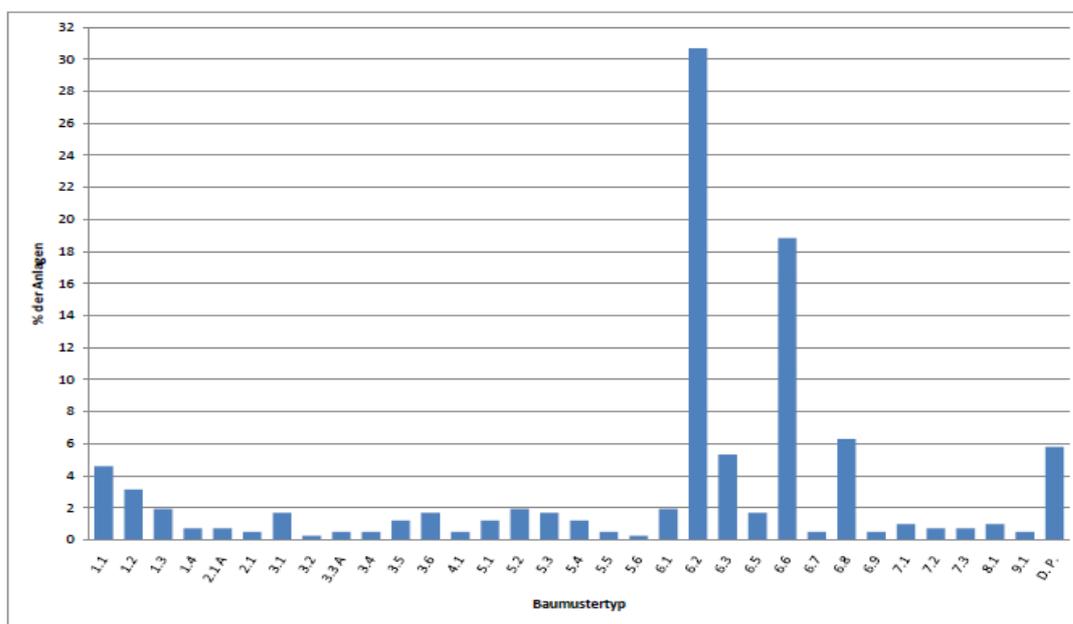


Abb. 2: Kapazität je Hygienebaumustertypen in Prozent aller erfassten Anlagen

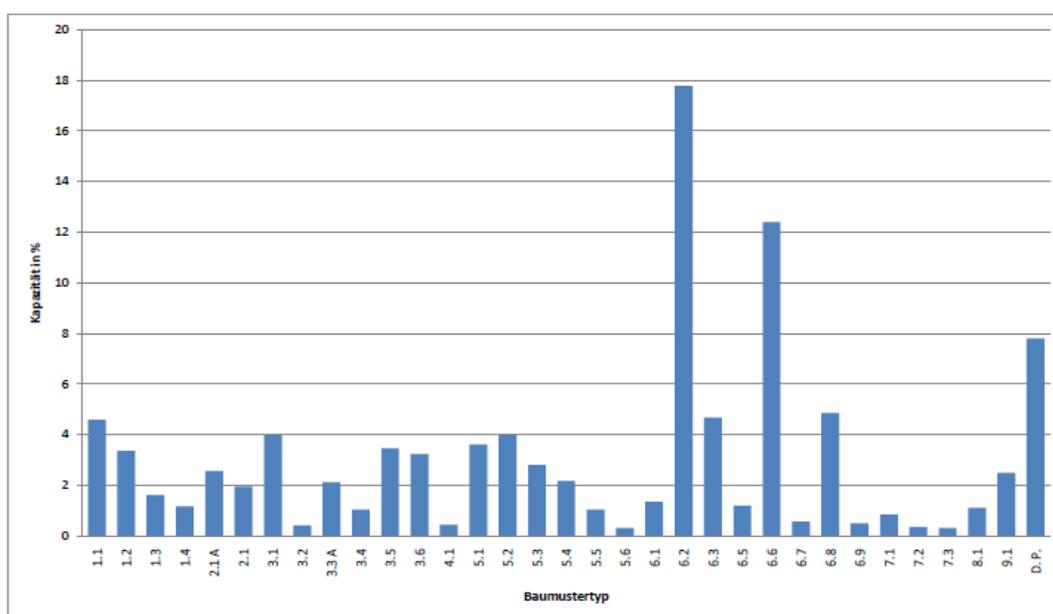


Abb. 2: Anzahl Anlagen je Hygienebaumustertyp in Prozent aller erfassten Anlagen

## 1.2 Auswahl der Kompost- und Vergärungsanlagen für Praxisversuche

Die Analyse der in Deutschland vertretenen Anlagentypen (s.o.) führte zu einer Auswahl an Baumustertypen, die näher untersucht werden sollten (Tab. 1). Von jedem ausgewählten Baumustertyp wurde je ein Anlagenbetreiber für einen Praxisversuch gewonnen. Diese sind im Folgenden:

- Anlage 1: 6.3 Tafelmiete offen kombiniert mit vorgeschaltetem Garagenfermenter („Kombianlage“), Bayern
- Anlage 2: 6.8 Dreiecksmiete überdacht, Sachsen
- Anlage 3: 1.1 HerHof-Boxen, Hessen
- Anlage 4: 5.2 Bühler Wendelin, Niedersachsen
- Anlage 5: 3.6 Horstmann WTT-Tunnel, Niedersachsen
- Anlage 6: 6.2 Dreiecksmiete, unbelüftet, nicht überdacht, Bayern

Dabei steht eine Anlage Pate für den jeweiligen Baumustertyp. Die Auswahl der Baumustertypen ohne „Kombianlagen“ deckt 42 % der Jahreskapazität und 57 % der bei der BGK erfassten Kompost- und Vergärungsanlagen ab, die Bioabfall verarbeiten (BGK 2011). Vor dem Hintergrund, dass zunehmend Anlagen mit Vorrottesystemen wie einem Garagenfermenter ausgestattet werden, wurde auch auf einer Anlage dieses Typs ein Praxisversuch durchgeführt. Das bedeutet, dass durch den vorliegenden Praxistest eine insgesamt größere Anlagenzahl und eine größere Gesamtkapazität als die oben genannten Werte repräsentiert werden.

**Tab. 1: Auswahl der Baumustertypen mit Prozessbeschreibung (BGK 2010)**

Baumustertyp	Rottezeit	Umsetzung	Belüftung	Befeuchtung
1.1 HerHof – Boxen	7 Tage	Entfällt	Druck-/ Saugbelüftung	Prozesswasser Brauchwasser
3.6 Horstmann WTT – Tunnel	7 Tage	Entfällt	Druckbelüftung Druck-/ Saugbelüftung	Prozesswasser Brauchwasser
5.2 Bühler Wendelin – Tafelmiete eingehaust	9 Wochen	≥ 9 x	Druckbelüftung Druck-/ Saugbelüftung	Brauchwasser Prozesswasser bis zu 4,5 Wo.
6.2 Dreiecksmiete offen	6 Wochen	≥ 1 x spätest. nach 4 Wo.	Entfällt	Bei Bedarf während dem Umsetzen. Brauch- und Prozessw. bis zu 3 Wo.
6.3 Tafelmiete offen (I)	5 Wochen	≥ 4 x	Entfällt	Bei Bedarf während dem Umsetzen. Brauch- und Prozessw. bis zu 2,5 Wo.
6.8 Dreiecksmiete überdacht	4 Wochen	Radlader od. Mietenumsetzer ≥ 1 x	Entfällt	Bei Bedarf während dem Umsetzen. Brauch- und Prozessw. bis zu 2 Wo.

### 1.3 Verfahrensbeschreibung der Versuchsanlagen

#### Tafelmiete, offen (6.3) kombiniert mit vorgeschaltetem Garagenfermenter („Kombianlage“)

Tab. 2: Übersicht Hygienebaumustertyp 6.3

Anzahl der Anlagen	22
Kapazität der kleinsten Anla-	2.900 t/a
Kapazität der größten Anlage	50.000 t/a
Durchschnittliche Kapazität	15.782 t/a
Gesamtkapazität	347.199 t/a

Der erste Versuch wurde auf einem Kompostwerk in Bayern durchgeführt. Der aeroben Rotte geht eine anaerobe Zersetzung im diskontinuierlich beschickten Garagenfermenter voraus. Im Laufe der Telefonrecherche stellte sich heraus, dass einige Kompostanlagen, die bei der BGK einem bestimmten Hygienebaumustertyp zugeordnet sind, in der Praxis zur Intensivrotte auf ein anderes Verfahren zurückgreifen. In zunehmendem Maße finden Fermenter Verwendung, um den Bioabfall auch energetisch nutzen zu können (BGK 4/2010). Der Schritt zur Hygienisierung des Bioabfalls erfolgt auf der Nachrotte. Welche Aggregate der Bioabfall davor passiert, ist für die Hygienisierung und damit die gesundheitliche Unbedenklichkeit des Komposts nicht ausschlaggebend. Daher erfolgt auch keine Neueinstufung der Anlage im Hygiene Baumuster-Prüfsystem. Da es keinen eigenen Baumustertyp für diese Anlagenform gibt, wird hier der Baumustertyp 6.3 Tafelmiete näher beleuchtet, der in der betrachteten Anlage zur Nachrotte Verwendung findet.

Als Grundlage der weiteren anlagenspezifischen Informationen dienen die Aussagen befragter Kompostwerksbetreiber in Bayern, Sachsen, Sachsenanhalt und Thüringen mit Jahreskapazitäten von 6.570; 6.600; 25.000 und 42.000. Es ergibt sich ein Durchschnitt von 20.000 t pro Jahr.

Der Durchschnitt der Befragten gibt einen Störstoffgehalt von 3 - 4 % des Inputmaterials an. Laut BGK ist bis zur Hygienisierung eine Rotte von mindestens fünf Wochen gefordert (BGK 2010). Zwei der befragten Anlagenbetreiber haben eine aerobe Vorrotte nach dem Biodegmaverfahren vorgeschaltet. Die Nachrotte beträgt dort 8 – 20 Wochen je nach Inputmaterial und geforderter Kompostqualität. Eine weitere Anlage, die rein nach 6.3 kompostiert gab eine Rotte von 11 bis 14 Wochen an.

Auf allen Kompostwerken wird Frischkompost produziert, der in der Landwirtschaft verwendet wird. Drei der vier befragten Anlagenbetreiber kompostierten ebenfalls Grüngut zu Fertigungskompost, der von Privathaushalten abgenommen wird.

In der betrachteten „Kombianlage“, in der der Praxisversuch durchgeführt wurde, wird der angelieferte Bioabfall in einem Bunker zwischengelagert. Die Garagenfer-

menter werden mit einer Mischung aus altem (geimpften) Material und frischem Kompost befüllt. Die Fermentertore werden gasdicht durch ein umlaufendes Druckluftdichtungsprofil verschlossen. Die erforderliche Prozesstemperatur von etwa 40° C wird unter aktiver Sauerstoffzugabe durch Selbsterhitzung schnell erreicht. Anschließend wird die Sauerstoffzufuhr gestoppt und mit anaeroben Mikroorganismen geimpft. Im Anschluss an die dreiwöchige Intensivrotte wird das Gärsubstrat vermischt mit Frischkompost auf einer Dreiecksmiete bei wöchentlicher Umsetzung 8 – 12 Wochen nachgerottet.

### **Dreiecksmiete, unbelüftet und überdacht (6.8)**

**Tab. 3: Übersicht Hygienebaumustertyp 6.8**

Anzahl der Anlagen	26
Kapazität der kleinsten Anla-	4.500 t/a
Kapazität der größten Anlage	85.000 t/a
Durchschnittliche Kapazität	13.842 t/a
Gesamtkapazität	359.885 t/a

Die Mietenkompostierung respektive die Dreiecksmietenkompostierung ist die einfachste Form der Rotte. Das Material wird homogenisiert und zur Miete aufgesetzt. Die Belüftung erfolgt durch die regelmäßig stattfindenden Umsetzvorgänge.

Die größte Anlage mit 85.000 Jahrestonnen ist mengenmäßig eine Ausnahme. Die zweitgrößte Anlage verarbeitet lediglich 26.000 t/a. Die Größe der Anlage bedeutet jedoch keinen Unterschied in der Größe der einzelnen Dreiecksmieten. Form und Größe der Dreiecksmiete wird allein durch das Umsetzaggregat definiert und hat eine durch das Aggregat begrenzte Maximalhöhe (Bidlingmaier 2000; 88).

Aus dem Hygienebaumuster 6.8 wurden Anlagenbetreiber aus Bayern, Rheinland-Pfalz und Sachsen mit 5.000, 12.000 und 85.000 t/a befragt. Der Durchschnitt der Befragten hat einen Störstoffgehalt von 3-4 %. Die Rottezeit beläuft sich auf 4 -6 Monate. Auf allen kontaktierten Anlagen wird Fertigkompost erzeugt, auf einer Anlage auch Frischkompost. Die Hauptabnehmer finden sich in der Landwirtschaft, sowie dem Garten- und Landschaftsbau.

Auf der Kompostanlage in Sachsen, in der der Praxisversuch durchgeführt wurde, wird der angelieferte Bioabfall direkt zu Dreiecksmieten aufgesetzt. In den ersten zwei Monaten wird die Miete wöchentlich mit einem selbstfahrenden Dreiecksmietenumsetzer aufgelockert. Danach erfolgt alle drei Wochen eine Umsetzung. Bei Bedarf wird bei diesem Arbeitsschritt bewässert. Nach etwa vier Monaten wird der Kompost mit einem Trommelsieb auf 0-10/15/20 mm abgesiebt.

## HerHof-Boxen (1.1)

**Tab. 4: Übersicht Hygienebaumustertyp 1.1**

Anzahl der Anlagen	19
Kapazität der kleinsten Anla-	8.000 t/a
Kapazität der größten Anlage	36.000 t/a
Durchschnittliche Kapazität	17.924 t/a
Gesamtkapazität	340.550 t/a

In diesem System wird der Bioabfall nach der Aufbereitung in die sogenannten HerHof-Boxen automatisch eingetragen. In den Boxen wird die Kompostierung durch eine aktive Be- bzw. Entlüftung gefördert.

Im Typ 1.1 des Hygienebaumusterprüfsystem (HBPS) werden sieben Tage Rottezeit zur Hygienisierung gefordert. In den befragten HerHof-Anlagen werden Rottezeiten von 7 – 10 Tagen praktiziert. Die Nachrotte beträgt 56 – 70 Tage. Die kontaktierten Anlagen mit Jahreskapazitäten von 36.000, 25.000, 12.500 und 9.950 t stehen in Hessen, Mecklenburg Vorpommern und Thüringen.

Der durchschnittliche Störstoffgehalt der Inputstoffe auf diesen Anlagen beträgt 5 %. Der Bioabfall wird zu Frischkompost und Fertigkompost umgesetzt. Die Abnehmer des Bioabfalls kommen aus der Landwirtschaft, dem Garten- und Landschaftsbau, sowie aus Privathaushalten.

In der Kompostanlage, in der der Praxisversuch durchgeführt wurde, wird der angelieferte Bioabfall mit Strukturgut aus der Grüngutsammelstelle vermengt und homogenisiert. Dann wird das Material ohne weitere Vorsortierung in HerHof-Boxen gegeben. Nach sieben Tagen wird das Material mit einem Radlader ausgetragen. Nach Angaben des Betriebsleiters hat der Frischkompost dann Rottegrad II. Der Austrag wird auf eine Miete aufgesetzt. Nach acht Tagen Nachrotte wird das Material mit einem Trommelsieb < 20 mm abgesiebt. Für das Eingangsmaterial gab der Betriebsleiter einen Störstoffgehalt von 1 – 10 % an.

## Bühler Wendelin (5.2)

**Tab. 5: Übersicht Hygienebaumustertyp 5.2**

Anzahl der Anlagen	8
Kapazität der kleinsten Anla-	15.000 t/a
Kapazität der größten Anlage	80.000 t/a
Durchschnittliche Kapazität	36.937 t/a
Gesamtkapazität	295.500 t/a

In Kompostwerken mit dem Bühler Wendelin- Umsetzverfahren wird der Kompost in einer Rottehalle zur Tafelmiere aufgesetzt. Der Umsetzvorgang erfolgt automatisch. Dabei wird das Substrat von einem Schaufelrad aufgenommen und über Förderbänder in das nächste Feld gegeben. Da die Anzahl der Rottefelder durch die Größe der Rottehalle begrenzt ist, ist dadurch die Rottezeit festgelegt.

Zur Übersicht im Hygienebaumustertyp wurden drei Anlagenbetreiber aus Hessen, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz befragt, deren Anlagen Jahreskapazitäten von 15.000, 17.000 und 40.000 t besitzen. Die im Hygiene Baumuster-Prüfsystem geforderten neun Wochen werden in der Praxis mit 10 – 14 Wochen eingehalten. Der Störstoffgehalt auf den kontaktierten Anlagen beträgt im Durchschnitt 5 %. Das Produkt dieser Anlagen ist überwiegend Fertigkompost und wird von Landwirten und Privatleuten abgenommen.

Auf der Anlage, auf der der Praxisversuch durchgeführt wurde, passiert der Bioabfall nach der Anlieferung einen Schredder mit Sackaufreißer und eine Vorsortierung mit einem Sternsieb, wo ein Großteil der Folien und Tüten aussortiert wird. Vermengt mit Strukturgut wird der Bioabfall über eine Eintragbrücke in die Rottehalle in ein Rottefeld zu einer Tafelmiere aufgesetzt. Hier findet eine Saugbelüftung durch den Boden statt. Nach einer Woche wird der Bioabfall in das nächste Feld umgesetzt. Nach sechs Wochen gelangt der Bioabfall so in die Nachrottehalle. Dort findet keine aktive Belüftung mehr statt. Nach insgesamt 12 – 14 Wochen wird der Kompost abgesiebt.

### **Horstmann WTT-Tunnel (3.6)**

**Tab. 6: Übersicht Hygienebaumustertyp 3.6**

Anzahl der Anlagen	7
Kapazität der kleinsten Anla-	10.000 t/a
Kapazität der größten Anlage	85.000 t/a
Durchschnittliche Kapazität	34.286 t/a
Gesamtkapazität	240.000 t/a

Bei der Rotte im Horstmann WTT-Tunnel wird der aufbereitete Bioabfall automatisch in den Tunnel eingebracht. Nach einer Rotteezeit bzw. Hygienisierungszeit von mindestens sieben Tagen wird das Material ausgetragen (BGK 2010). Das Substrat wird anschließend auf einer Miere nachverrottet.

Es wurden Kompostanlagen mit 20.000, 30.000, 33.000 t/a aus Bayern, Hessen und Niedersachsen kontaktiert. Der Störstoffgehalt des Inputmaterials beträgt durchschnittlich 2 - 3 %. Die Hauptrotte dauert 2 - 3 Wochen, während die Nachrotte nach durchschnittlich fünf Wochen abgeschlossen ist. Alle Anlagen erzeugen Fertig- und Frischkompost. Der Kompost wird überwiegend von Landwirten abgenommen. Vereinzelt wird Fertigkompost auch an Privathaushalte abgegeben.

Der in der Versuchsanlage angelieferte Bioabfall wird mit einem Trommelsieb auf < 60 mm abgesiebt. Die Übergröße wird – nachdem metallische Störstoffe über einen Magnetabscheider abgetrennt wurden, zerkleinert und dem Stoffstrom vor der Absiebung wieder zugeführt. Die Siebfraktion < 60 mm wird automatisch in die Tunnel eingetragen. Der Aufenthalt im Tunnel beträgt etwa sieben Tage. Die Austragung erfolgt vollautomatisch. Der Bioabfall wird auf einem Netz, das vor dem Eintrag auf dem Tunnelboden ausgebreitet wird, aus dem Tunnelgezogen und durch zwei Spatenwellen aufgelockert. Über Förderbänder wird das Material in die Nachrottehalle transportiert. Dort wird der Inhalt von vier Tunneln zu einer Miete aufgeschüttet. Mindestens einmal pro Woche wird die Miete mit dem Radlader in den nächsten Mietenplatz umgesetzt. Nach etwa vier Wochen wird der Kompost in die Lagerhalle umgesetzt. Von da wird nach Bedarf auf 12 mm abgesiebt. Abnehmer sind Landwirte, Erdwerke und Privatleute.

### **Dreiecksmiete, unbelüftet, nicht überdacht (6.2)**

**Tab. 7: Übersicht Hygienebaumustertyp 6.2**

Anzahl der Anlagen	127
Kapazität der kleinsten Anla-	6.500 t/a
Kapazität der größten Anlage	87.500 t/a
Durchschnittliche Kapazität	10.392 t/a
Gesamtkapazität	1.319.792 t/a

Die meisten bei der BGK registrierten Kompostwerke arbeiten mit einer offenen Dreiecksmiete und sind damit im Hygienebaumustertyp 6.2 zugeordnet (Abb. 2). Dabei ist eine Rottezeit von mindestens sechs Wochen gefordert. Von diesem Baumustertyp wurden Kompostanlagen mit Jahreskapazitäten von 8.000, 13.000 und 80.000 t aus Bayern und Thüringen kontaktiert. Die durchschnittliche Zeit für die Kompostierung beträgt in diesen Anlagen etwa drei Monate. Es wurde ein Störstoffgehalt von durchschnittlich 15 % des Inputmaterials aufgenommen. Insgesamt ist das Verfahren der Dreiecksmieten-Kompostierung in der Rottezeit und damit dem erreichten Rottegrad flexibel. Typische Rottezeiten liegen bei ein bis zwei Monaten bei vorausgehender Intensivrotte des Bioabfalls (Bidlingmaier 2000, S. 95) und bis zu sechs Monaten bei einer reinen Kompostierung auf Dreiecksmieten. Überwiegend wird Fertigkompost erzeugt, teilweise aber auch Frischkompost. Die Hauptabsatzmenge geht auch hier in die Landwirtschaft, während Privathaushalte vergleichsweise geringe Mengen abnehmen. Wobei der Kompost, der an Privathaushalte abgegeben wird, aus Grün- und angelieferten Gartenabfällen gewonnen wird, während der Kompost aus Bioabfall aus der Biotonne zu 100 % an die Landwirtschaft abgegeben wird.

Auf der ausgewählten Kompostanlage wird der homogenisierte und aufbereitete Bioabfall in Thöniboxen vorgerottet. Bei dieser Versuchsreihe wurde der angelieferte Bioabfall jedoch direkt in die unbelüftete Dreiecksmiete zur Nachrotte gegeben, da die Kompostierung auf einer Kompostanlage mit unbelüfteter und nicht überdachter Dreiecksmiete betrachtet werden sollte. Dort wird einmal pro Woche mit einem selbstfahrenden Mietenumsetzer umgesetzt und bei Bedarf bewässert.

Bei diesem Versuch wurde zusätzlich untersucht, inwieweit sich die bioabbaubaren Bioabfallsäcke stärker/ schneller abbauen, wenn sie vor dem Einbau in die Miete in einer Biomülltonne lagern. Dazu wurden die Bioabfallsäcke mit Bioabfall gefüllt und für eine Woche in eine Biomülltonne gegeben.

## **1.4 Versuchsdurchführung**

### **Darstellung des Probenprinzips**

Die kompostierbaren Bioabfallsäcke wurden in einen Nylonnetzsack mit einer Maschenweite von 1 - 2 mm gegeben. Das Nylongewebe wird durch die Kompostierung nicht angegriffen und kann so verhindern, dass Bioabfallbeutel-Proben während der Kompostierung aus dem Nylonnetzsack verloren geht. Gleichzeitig ermöglicht es einen Austausch von Gasen und Flüssigkeit. Dies gewährleistet den für die Kompostierung wichtigen Transport von Mikroorganismen, eine Zufuhr von Sauerstoff und ein Entweichen von CO<sub>2</sub>. Durch diese Versuchsform ist die Möglichkeit gegeben, zu jedem beliebigen Zeitpunkt eine Probe nehmen zu können. Der Abbau der Bioabfallbeutel wurde mit Fotos und durch die gravimetrische Bestimmung der Gewichtsreduzierung dokumentiert. Vor der Gewichtsfeststellung wurden die Biopolymermaterialien bei 105 °C zur Gewichtskonstanz getrocknet.

### **Zeitlicher Ablauf und Festlegung der Probennahmen**

Proben wurden nach einem Drittel der Rottezeit, frühestens nach der Intensivrotte, nach zwei Dritteln und bei Absiebung des fertigen Komposts genommen. In Anlehnung an die DIN Normen EN 14995 und EN 13432 ist in jedem Fall bei einer aeroben Zersetzung nach 12 Wochen, bei einem kombinierten Verfahren aus anaerober und aerober Rotte nach fünf Wochen eine Probe zu nehmen.

Nach Möglichkeit sollten die Probenzeitpunkte nach einem Drittel und nach zwei Dritteln der Rottezeit mit den Terminen entsprechend der DIN-Normen zusammengelegt werden.

## Versuchsdurchführung

Ein Nylonnetzsack fasst 40 Liter Volumen. Es wurde ein Probenvolumen pro Nylonnetzsack von 30 Liter Bioabfall festgelegt. Es wurde davon ausgegangen, dass die Bioabfallsäcke in der Praxis im Schnitt zur Hälfte gefüllt entsorgt werden. In dieser Studie wurden fünf verschiedene Bioabfallsack-Typen mit einem Volumen von ca. zehn Liter verwendet, die im Einzelhandel erhältlich sind (Tab. 8). Pro Nylonnetzsack wurden sechs Bioabfallsäcke eines Typs, die mit jeweils fünf Litern Bioabfall befüllt waren, gegeben. Um die Auswirkung eines Knotens auf den Abbaugrad beurteilen zu können, wurden drei der Säcke zugeknotet, die anderen drei Säcke wurden unverschlossen in den Nylonnetzsack gegeben.

**Tab. 8: Übersicht über die verwendeten Probenmaterialien**

Produkttyp/ -name	Biokunststoff- typ	Hersteller des Biokunststoffs	Bezugsquelle	Füllvo- lumen [l]
Wenterra Hemd- chenbeutel	Mater-Bi <sup>®</sup>	Novamont, Novara (I)	Wentus, Höxter (D), Lidl	< 10
Wenterra Bioab- fallbeutel	Mater-Bi <sup>®</sup>	Novamont, Novara (I)	dm Drogeriemarkt (D)	10 +
Bio-Abfallbeutel	Bioplast <sup>®</sup>	Sphere (Biotec), Emmerich (D)	Rewe	10 +
Bio4Pack Abfall- beutel	Ecopond Flex <sup>®</sup>	KingFa, Hong- kong (HK)	Hygi.de ( <i>Internetportal zum Bezug von Rei- nigungsmitteln</i> )	< 10
Bioabfallbeutel	Bio-Flex <sup>®</sup>	FKuR, Willich (D)	Real	10 +

Für jede Probennahme wurde eine Gruppe mit jeweils fünf Nylonnetzsäcken mit den fünf verschiedenen Material-Typen bereitgestellt. Zur Sicherheit wurde eine weitere Gruppe mit fünf Nylonnetzsäcken in die Kompostierung gegeben. Insgesamt wurden je Kompostwerk 20 befüllte und verschlossene Nylonnetzsäcke in eine Charge Bioabfall gegeben.

## 2 Ergebnisse und Diskussion

### 2.1 Ergebnisse der Umfrage

Im Rahmen der Recherche wurden einige Bedenken der Betreiber und Betriebsleiter der Kompostwerke gegenüber Biologisch Abbaubaren Werkstoffen (BAW)/ Biokunststoffen festgestellt. Diese sind im Folgenden genannt und erklärt.

- BAW bauen sich nicht schnell genug ab

Gefordert sind laut DIN EN 13432 bzw. DIN EN 14995 zwölf Wochen, viele Anlagen haben aber kürzere Rottezeiten.

- Probleme bei Vorsortierung

Einige Kompostanlagenbetreiber kritisierten die mangelnde Erkennbarkeit kompostierbarer Bioabfallbeutel. Bei einer Vorsortierung würden sie mit den herkömmlichen Kunststofftüten aussortiert und der thermischen Verwertung übergeben. Dies bedeute einen zusätzlichen finanziellen Aufwand. Einige Betreiber schlugen vor, kompostierbare Bioabfallbeutel über die Farbe zu kennzeichnen, da das Kompostierbarkeitszeichen schwer zu erkennen sei. „Am besten seien auffallend knallige Farben wie pink“, so ein Anlagenbetreiber.

- technische Probleme

Oft wurde die Sorge vor Verstopfung von Lüftungsdüsen, festsetzen von Polymerresten um laufende Wellen und vor Verwehung von Polymerstücken bei offener und überdachter Mietenkompostierung genannt.

- Erhöhte Fehlwurfrate
- Zunahme bioabbaubarer Kunststoffprodukte im Bioabfall

Die Sorge verschiedener Kompostanlagenbetreiber begründet sich darin, dass in Zukunft weitere bioabbaubare Kunststoffprodukte über die Bioabfallsammlung entsorgt werden könnten, was die technischen Probleme auf den Anlagen verstärken würde.

- Eintrag weiterer Störstoffe

Bei der Produktion von immer mehr Kunststoffprodukten aus BAW und der Zulassung zur Kompostierung nach DIN EN 13432 könnten auch beispielsweise Shampooflaschen aus BAW inklusive der Shampoo-Reste in den Bioabfall gelangen.

- Parameter Flächenmaß gefährdet RAL-Zertifizierung

Im Rahmen der RAL- Zertifizierung wird der „Verunreinigungsgrad (Flächensumme der Fremdstoffe) festgestellt. (...) Der für die Flächensumme geltende Grenzwert (max. 25 cm<sup>2</sup>/l FM) wird seit 01. Juli 2007 angewandt.“ (BGK 1/2008, S. 11)

- Erdölanteil in Bioabfallsäcken ist problematisch

Zum einen wird damit keine Ressourcenschonung erreicht, wie dies behauptet wird, zum anderen Sorge man sich über den Verbleib der fossil basierten Zusätze im Kompost.

## 2.2 Versuchsergebnisse

Die Versuche auf den unterschiedlichen Anlagen zeigen, dass nicht auf allen Anlagen die Abbauforderungen nach DIN EN 13432 bzw. 14995 erfüllt wurden (Abb. 4). Die rote Linie markiert mit 10 % des Ausgangsgewichtes das Restpolymergewicht, das entsprechend der Norm nach einer Rottezeit von 12 Wochen in der Siebfraction > 2 mm aufgefunden werden darf.

Auf der Anlage des Hygienebaumustertyps 5.2 Bühler Wendelin wurden bei den Produkten Bio-Flex<sup>®</sup> und Mater-Bi<sup>®</sup> die Abbauraten nicht erfüllt. Aufgrund der Form der aufgefundenen Folienreste wird davon ausgegangen, dass die Bioabfallsäcke nicht gemäß der Versuchsbeschreibung mit Bioabfall gefüllt waren, sondern unbefüllt und mehrlagig in die Nylonnetzsäcke gegeben wurden. Bei einer Probe wurden bis zu acht Lagen gezählt. Die Zersetzung dauert dadurch wesentlich länger, da die Abbaugeschwindigkeit direkt von der Probendicke abhängt. Zudem sind die geringen Abbauraten auf der Anlage wohl dem Versuchsaufbau geschuldet. Um die Nylonnetzsäcke nicht zu beschädigen, wurde das Probenmaterial für die Umsetzungsvorgänge der Miete entnommen. Aufgrund des Umsetzaggregates dauert der Umsetzungsvorgang mit ca. 4 Stunden relativ lang, während bei einer Dreiecksmiete ein Mietenumsetzer innerhalb einer halben bis ganzen Stunde eine Miete umsetzt. In dieser Zeit gab es keine aktive Belüftung außerdem kühlten die Proben stark ab. Beides sind Umstände, die für ungünstigere Abbaubedingungen stehen. Es liegt eine Stellungnahme der Betreiber der Kompostanlage vor. Darin gehen die Zuständigen davon aus, dass die Versuchsform in Nylonnetzsäcken den Abbau der Bioabfallsäcke gehemmt hat und bei einem weiteren Versuch ohne Nylonnetzsäcke wohl ein deutlich besserer, möglicherweise auch vollständiger Abbau erfolgen würde.

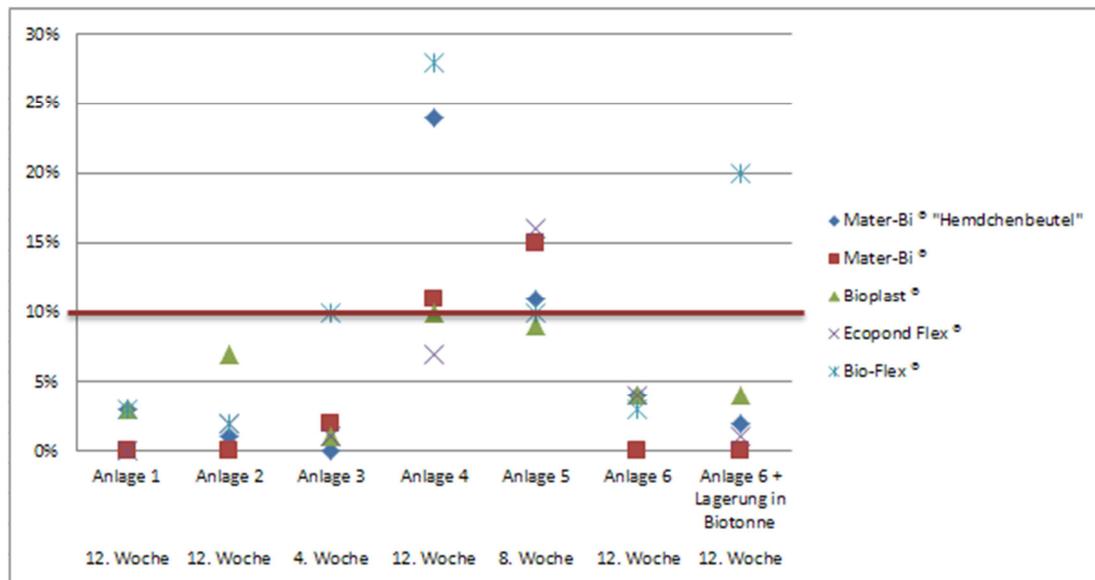


Abb. 4: Übersicht der Restpolymergewichte in % zum Zeitpunkt der Absiebung

In vielen Anlagen ist die Rottezeit wesentlich kürzer, als die in den DIN-Normen geforderten 12 Wochen. In fast allen Fällen wurden die Bioabfallbeutel jedoch auch innerhalb der kürzeren Rottezeiten abgebaut. So wurde in der Anlage 3 mit dem Baumustertyp 1.1 HerHof-Boxen der Kompost bereits nach 4 Wochen abgesiebt. Auch nach dieser Zeit waren von den Bioabfallbeuteln nur noch unwesentliche Restmengen zu finden (maximal 8 % des Ausgangsmaterials, meist sogar < 5 %). Auf der Anlage 5 mit dem Baumustertyp 3.6 Horstmann WTT- Tunnel verfehlten lediglich die Proben aus Mater-Bi<sup>®</sup> und Ecopond Flex<sup>®</sup> die 10 % Marke knapp.

Über alle Versuchsanlagen lässt sich festhalten, dass die Materialien Bioplast<sup>®</sup> und beide Proben aus Mater-Bi<sup>®</sup> mit jeweils einer Ausnahme konstant gute Abbauraten erzielten. Die Bioabfallsäcke aus Mater-Bi<sup>®</sup> bauten sich auf drei der sechs getesteten Anlagen am schnellsten bzw. am weitesten ab. Die Hemdchenbeutel aus Mater-Bi<sup>®</sup> bauten sich in der Anlage mit HerHof-Boxen und Nachrotte am weitesten ab. Bei den Beobachtungen auf der Anlage 6, Dreiecksmiete unbelüftet, nicht überdacht (6.2) fiel besonders die rasche Zersetzung aller Säcke aus Mater-Bi<sup>®</sup> bei niedrigen Temperaturen auf, die bei der Lagerung in den Biotonnen herrschte.

#### Untersuchungen des Materials nach einer Woche in der Biotonne

Die Produkte aus Ecopond Flex<sup>®</sup> und Bio-Flex<sup>®</sup> zeigten optisch keine Abbauspuren. Auf dem Beutel aus Bio-Flex<sup>®</sup> wurden Verfärbungen festgestellt. Das Produkt von Bioplast<sup>®</sup> zeigte erste Anzeichen einer Zersetzung. Die Bioabfallsäcke aus Mater-Bi<sup>®</sup> waren deutlich von Löchern durchsetzt, die Hemdchenbeutel aus Mater-Bi<sup>®</sup> waren noch stärker abgebaut. Bei einigen Säcken dieses Materials fehlte bereits der Boden. Unter Praxisbedingungen, bei denen Bioabfallsäcke im Haushalt über einige

Tage mit Küchenabfällen befüllt werden und anschließend in der Biotonne bis zur Abholung durch das Müllfahrzeug vorrotten, sind wohl noch kürzere Abbauraten bei beiden Säcken aus Mater-Bi<sup>®</sup> zu erreichen.

### **Anmerkungen zur Versuchsform**

Zum Versuchsverfahren ist festzuhalten, dass die mechanische Einwirkung auf den Biomüll und die Bioabfallbeutel-Proben in den Nylonnetzsäcken geringer ist, als auf den übrigen Bioabfall in den getesteten Anlagen. In den Versuchsanlagen wird der Bioabfall ein bis zweimal in der Woche umgesetzt. Bei den Umsetzungsvorgängen mit einem selbstfahrenden Mietenumsetzer, wie er bei Dreiecksmieten z.B. auf Anlage 1, 2 und 6 verwendet wird, wirken starke Reiß-, Scher und Druckkräfte auf die Materialien. Folien werden zerrissen, Säcke werden aufgerissen und der Bioabfall immer wieder durchmischt. Um die zum Versuch benötigten Nylonnetzsäcke nicht zu beschädigen (und damit nicht die spätere Probenname unmöglich zu machen) wurden diese vor den Umsetzungsvorgängen der Miete entnommen und danach wieder in die umgesetzte Miete eingegraben. Für die Bioabfallbeutel bedeutet das eine schlechtere Zersetzung im Vergleich zum Bioabfall in der Miete, da die Mikroorganismen keine so große Angriffsfläche hatten, wie dies bei stärker zerkleinertem Material der Fall gewesen wäre. Von einem ähnlichen Effekt kann man bei der automatischen Umsetzung durch das Bühler Wendelin Aggregat und in abgeschwächter Form bei Umsetzungsvorgängen mit dem Radlader ausgehen. Ein starker Hinweis, dass die Zersetzung in einem Nylonnetzsack langsamer abläuft als in der Miete, ist neben den vorangegangenen Erklärungen die Tatsache, dass selbst ein Zellstofftuch (Küchenrolle), das sich in einem Nylonnetzsack befand, nach sechs Wochen anaerober und aerober Verrottung nicht zersetzt wurde, während in der übrigen Miete keine vergleichbaren Reste zu finden waren.

Die zu testenden Bioabfallsäcke wurden jeweils vor Ort auf der Kompostanlage mit Bioabfall befüllt und - „verpackt“ in Nylonnetzsäcke – direkt in den Bioabfall gegeben. Die Bioabfallsäcke, die über die kommunale Bioabfallsammlung in eine Anlage gelangen, sind demgegenüber dem, bereits in der heimischen Küche beginnenden, Abbau des organischen Abfalls ausgesetzt, und werden in der Biomülltonne und dem Müllfahrzeug mechanisch belastet. Man kann also davon ausgehen, dass die Abbaubedingungen in der Praxis deutlich günstiger sind, als in der vorliegenden Studie. Ein Hinweis darauf ist auch die Versuchsvariante, die auf der Kompostanlage 6.2 Dreiecksmiete unbelüfteten, nicht überdachten durchgeführt wurde. Dabei wurden die zu testenden Bioabfallsäcke mit Bioabfall gefüllt und in eine Biotonne gegeben. Nach einer Woche wurde die erfolgte Zersetzung festgehalten und zur weiteren Kompostierung nach der bisherigen Versuchsform in Nylonnetzsäcken in die Miete gegeben. Zum Vergleich wurden zu diesem Zeitpunkt auch neue Bioabfallsäcke mit Bioabfall befüllt in Nylonnetzsäcken in die Miete gegeben. Bei der Untersuchung der Bioabfallsäcke nach der einwöchigen Lagerung in der Biotonne konnten erste Zer-

setzungserscheinungen festgestellt werden. Vor allem die Hemdchenbeutel aus dem Material Mater-Bi® waren schon stark zersetzt. Auch bei weiteren Probenahmen im Laufe der fortdauernden Rotte konnten bis zum Schluss bei den Bioabfallbeuteln, die zuvor in der Biotonne gelagert hatten, stärkere Abbaugrade festgestellt werden als bei den gleichen Produkten ohne Vorrotte (Abb. 5 und Abb. 6).

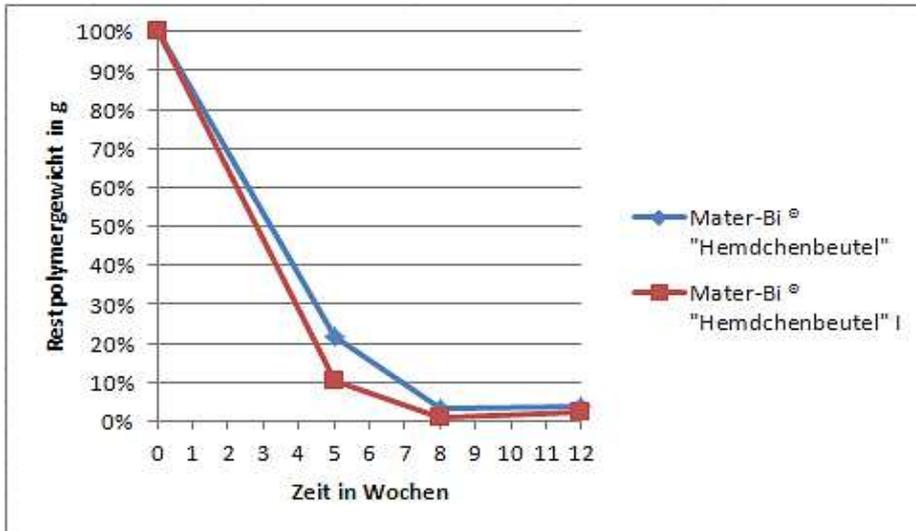


Abb. 5: Verlauf der Rotte auf der Kompostanlage 6.2 Dreiecksmiete unbelüftet, nicht überdacht mit (I) und ohne einwöchige Lagerung in der Biotonne

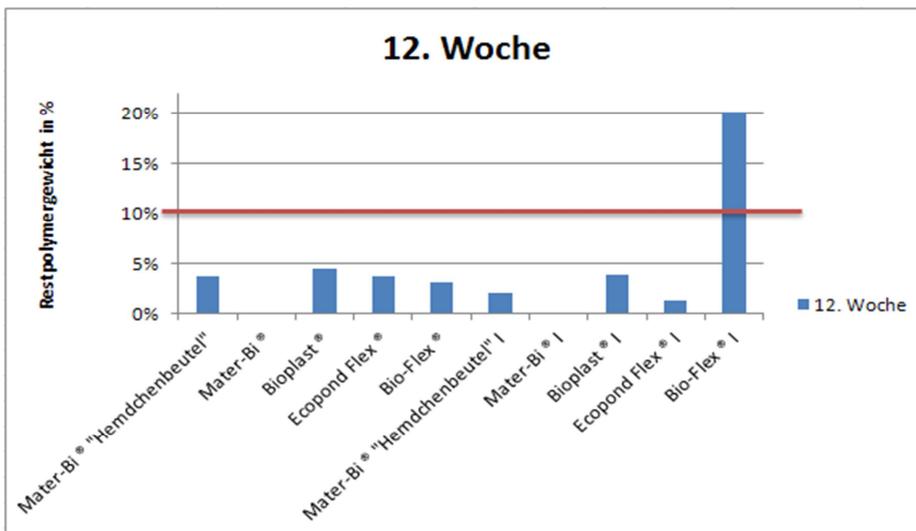


Abb. 6: Polymergehalt auf der Kompostanlage 6.2 Dreiecksmiete unbelüftet, nicht überdacht

### 3 Zusammenfassung und Ausblick

Vor dem Hintergrund der besonderen Versuchsform und den gesammelten Erkenntnissen lässt sich festhalten, dass die, über den Einzelhandel vertriebenen, untersuchten kompostierbaren Bioabfallsacktypen rasch hohe Abbauraten erreichen. Sie verursachen in diesen Anlagentypen somit keine technischen Probleme und eignen sich unter diesen Gegebenheiten für die Sammlung von Bioabfällen.

Trotz des einheitlichen Kompostierbarkeitszeichens ist die Erkennbarkeit der verschiedenen bioabbaubaren Materialien ausbaufähig. Schon die fünf getesteten Produkttypen waren optisch sehr unterschiedlich und bei einer Handsortierung schwer von herkömmlichen Kunststofftüten zu unterscheiden. Allerdings ist zu erwarten, dass technische Aggregate zunehmend die Vorsortierung übernehmen – und somit Kunststoff- und Biokunststofftüten gleichermaßen größtenteils aussortiert werden, bevor sie in die Bioabfallverwertung gelangen können.

In den vielen Telefonaten und Gesprächen mit Anlagenbetreibern wurde oft eine (meist) vorgefertigte ablehnende Haltung gegenüber BAW/Biokunststoffen festgestellt. Nicht selten war aber auch eine Gesprächsbereitschaft oder sogar Neugierde gegenüber kompostierbaren Bioabfallsäcken festzustellen. Die Ergebnisse der vorliegenden Versuchsreihe zeigen, dass diese „Neugierde“ mit durchaus positiven Ergebnissen befriedigt werden kann: Denn die getesteten bioabbaubaren Abfallsäcke konnten auf den wichtigsten Anlagentypen deutschlandweit gute Abbauergebnisse erzielen. Würde man erreichen, dass die Verbraucher die kompostierbaren Bioabfallsäcke möglichst ganz füllen und sie nicht verknoten, könnten möglicherweise noch bessere Abbauraten erzielt werden. Handelsübliche Bioabfallsäcke bauen auch bei den heute üblichen, je nach Baumustertyp, kurzen Rottezeiten schnell genug ab, um den Kompost optisch nicht zu verunreinigen.

Einige Bedenken der Anlagenbetreiber, die oben aufgeführt sind, werden gegebenenfalls mit dem baldigen Inkrafttreten der novellierten Bioabfallverordnung (Bio-AbfV) abnehmen. Vor allem die Sorge vor der *Zunahme bioabbaubarer Kunststoffprodukte im Bioabfall* durch kompostierbare Verpackungen und der damit verbundene *Eintrag weiterer Störstoffe* (z. B. Shampoorest aus Shampooflaschen) könnte den Anlagenbetreibern genommen werden, da Verpackungen als Inputmaterial nicht zugelassen sein werden. Auf der anderen Seite könnte die explizite Zulassung zertifizierter kompostierbarer Bioabfallsäcke und Hemdchenbeutel zur Bioabfallsammlung durch die neue Bioabfallverordnung die weitere Einführung der Bioabfallsäcke erleichtern. Dies erscheint vor dem Hintergrund sinnvoll, als kompostierbare Bioabfallsäcke den Bürgern das getrennte Sammeln von Bioabfällen erleichtern – und somit einen positiven Beitrag sowohl zur Bioabfallqualität als auch -quantität leisten könnten.

## 4 Literaturverzeichnis

Bidlingmaier, Werner, Biologische Abfallverwertung, Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co. 2000

Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK), (Hrsg.), Hygiene Baumuster-Prüfsystem (HBPS) – Kompostierungsanlagen Vergärungsanlagen, 4. ergänzte und überarbeitete Auflage, Köln: BGK 2010

Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK), (Hrsg.), Humus und Kompost (H&K), 1. Ausgabe 2008, Köln: BGK 1/2008

Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK), (Hrsg.), Humus und Kompost (H&K), 4. Ausgabe 2010, Köln: BGK 4/2010

BGK 2011:

<http://kompost.de/index.php?id=197&L=0> und

<http://kompost.de/index.php?id=270&L=0> (10. Mai 2011)

CEN – Comité Européen de Normalisation, (Hrsg.), Anforderungen an die Verwertung von Verpackungen durch Kompostierung und biologischen Abbau - Prüfschema und Bewertungskriterien für die Einstufung von Verpackungen; Deutsche Fassung EN 13432:2000, Brüssel 2000

Aussage Herrn Dr. Kehres am 25.02.2010 bei der BGK in Köln

### **Kontakt:**

C.A.R.M.E.N. e.V.

Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk  
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe

Schulgasse 18

D-94315 Straubing

Tel.: +49 - 9421 - 960 300

Fax: +49 - 9421 - 960 333

E-Mail: [contact@carmen-ev.de](mailto:contact@carmen-ev.de)

<http://www.carmen-ev.de>